

*Bibliography*

1. Yazov V.N. The impact of forest machines on a multi-layer array of soil-ground: autoref. dis. ... cand. tehn. sciences. SPb., 2013. 19 p.
  2. Rusakov V.A. The problem of soil compaction movers and effective ways to solve it. M., 1998. 360 p.
  3. Andronov A.V Valyazhonkov V.D., Dobrynin Y.A. Reducing the impact of cars on the soils during thinning // Herald KrasGAU. 2014. № 7. 153 p.
- 

УДК 630\*907.1

**РЕАКЦИЯ ЕЛИ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ РАУНДАПОМ**

И.А. ФРЕЙБЕРГ,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

ведущий научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения РАН,

e-mail: stets\_s@mail.ru

(620134, Екатеринбург, ул. Билимбаевская, 32а)

С.К. СТЕЦЕНКО,

кандидат биологических наук,

научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения РАН,

e-mail: stets\_s@mail.ru

(620134, Екатеринбург, ул. Билимбаевская, 32а)

**Ключевые слова:** ель, морфология ели, сосна, проросток, пестициды, раундап, морфогенез.

На основании исследований в открытом грунте установлено соотношение морфологических групп 3-летних сеянцев ели, выращенных с применением раундапа. Сеянцы ели были разделены на три группы с хорошо развитым центральным побегом и различным числом и степенью развития боковых побегов, а также была выделена четвертая группа сеянцев с тератоморфным обликом, не соответствующим нормальному развитию для данной породы. Эксперимент проводился на опытных участках, где осуществлялась очистка почвы от пестицида при помощи ранее разработанного метода, и на участках, где таких мероприятий не проводилось. В результате по соотношению сеянцев с нормальным обликом и сеянцев с нарушениями морфологии было установлено, что ель оказывает большую устойчивость к раундапу по сравнению с сосной, у которой при применении раундапа во время выращивания сеянцев количество растений тератоморфной группы может быть значительно выше. Подобную тенденцию подтверждает изучение воздействия раундапа на ель при биотестировании в лабораторных условиях, где проводилось проращивание семян на агар-агаре и испытывалось влияние широкого диапазона доз раундапа на ель. Помимо семян ели, проводили проращивание сосны, как хвойного вида для сравнения, и редиса, как классического тест-растения в биотестировании. Реакция двухнедельных проростков ели на раундап сравнивалась с реакцией сосны и редиса. В качестве показателя для сравнения брали длину корешка. По полученной величине корешка в зависимости от дозы раундапа было видно, что каждый вид растений отличается своей реакцией на токсичность пестицида. Редис реагирует на дозу раундапа 0,5 л/га, сосна – 1 л/га, ель – 3 л/га. Результаты исследований в открытом грунте и в лаборатории при тестировании характеризуют не только биологические особенности растений, но имеют и практическое значение. Полученные данные позволяют управлять применением пестицидов и сохранять питомники с ранее загрязненными пестицидами почвами в хозяйственном использовании.

## REACTION SPRUCE ON SOIL POLLUTION FOREST NURSERIES BY ROUNDUP

I.A. FREIBERG

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, leading scientist  
Botanical Garden, Ural Branch of Russian Academy of Sciences

e-mail: stets\_s@mail.ru

(620134, Ekaterinburg, ul. Bilimbaevskaya, 32a)

S.K. STETSENKO

Candidate of Biological Sciences, scientist  
Botanical Garden, Ural Branch of Russian Academy of Sciences

e-mail: stets\_s@mail.ru

(620134, Ekaterinburg, ul. Bilimbaevskaya, 32a)

**Ключевые слова:** *spruce, morphology of spruce, pine, seedling, pesticide, roundup, morphogenesis.*

Studies of the effect of roundup on the 3-year-old spruce seedlings in field experiments were carried out. Spruce seedlings were divided into three groups with well-developed central shoot and different number and degree of development of lateral shoots, and the fourth group was singled out seedlings teratomorph type not in accordance with to the normal development of the breed. The experiment was conducted on experimental plots where the cleaning of soil from pesticide was done using previously developed method, and at sites where such actions are not carried out. As a result, the ratio of the normal type seedlings and seedlings with violations morphology type has been found that spruce has a more resistance to roundup compared with pine, which when applied roundup of during growth the number of seedlings in teratomorph group of plants can be considerably higher. Such a trend confirmed by a study effects of roundup on Spruce at biotesting experiment in the laboratory, where was carried out the seed germination on agar, and studied the influence by a wide range of doses of roundup on spruce. In addition to the seed germination of spruce, germination of pine was performed as coniferous species for comparison and radish as a classic test plants in biotesting. The reaction of the two-week spruce seedlings on roundup compared with the reaction of pine and radish was observed. As an measure for comparing the length of the root were taken. According to the obtained root size, depending on the dose of roundup, it was obvious that each different species of plants with different response to toxic pesticides. Radish respond to roundup dose of 0.5 l / ha, pine – 1,0 l / ha, spruce – 3,0 l / ha. Results of the research in the open field and in the laboratory characterize not only the biological features the plants, but they also have practical significance. The results will help to control the use of pesticides and maintain nurseries for economic use.

Раундап – фосфорорганическое соединение, основой которого является действующее вещество глифосат, в настоящее время широко используется в лесных питомниках. Несмотря на то, что применение химического ухода за сеянцами в лесных питомниках сопровождается негативным побочным эффектом (одним из них является загрязнение пестицидами почвы), химический уход по-прежнему включается в агротехнику выращивания сеянцев

хвойных пород, а в ряде случаев без него нельзя обойтись. Тем более, что разработаны способы очистки почвы от загрязнения, результат которых, по мнению ряда исследователей, должен закрепляться применением агротехнических мероприятий [1], использованием веществ, стимулирующих рост сеянцев [2], и др. Среди последних большое значение имеет уход от монокультуры (сосна) и выращивание некоторое время более устойчивых к пе-

стицидному загрязнению древесных пород, в частности ели. О хорошем состоянии сеянцев ели, несмотря на использование химических средств ухода, широко известно в литературе [3]. Но авторы не сообщают о тех изменениях, которые вносит в их морфологическое строение использование пестицидов. В то же время нами ранее при изучении сеянцев в питомниках с загрязненной пестицидами почвой были обнаружены сеянцы ели

с измененной морфологией, которые мы разделили на 4 группы [4]: 1 группа – у сеянцев прямой хорошо выраженный побег, ближе к основанию 1–2 небольших по размеру побегов; 2 группа – хорошо выражен центральный побег, на нем ближе к основанию 3–4 побега; 3 группа – сеянцы отличаются хорошим ростом с четко выраженным прямым стволиком, на котором более 4 побегов, начиная от основания; 4 группа – центральный побег недостаточно выражен, наблюдаются двойчатки и тройчатки, боковые побеги по размеру незначительно уступают центральному (рисунок). Если сеянцы первых трех групп более-менее близки к сеянцам, по фенотипу свойственным ели, то сеянцы четвертой группы резко отличаются.

**Целью** работы было установить реакцию ели на загрязнение почвы раундапом и соответству-

ющее этому изменение морфологии надземной части сеянцев. В задачу входило: 1) оценить выход различных групп сеянцев при загрязнении почвы раундапом и после очистки с использованием микроорганизмов; 2) оценить тестированием устойчивость ели к раундапу.

#### Методы исследования

Исследования проводились методами тестирования в лаборатории и в открытом грунте на основе мелкоделяночного опыта в питомнике бывшего Березовского лесхоза. Почва участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Уровень почвенного плодородия отвечает требованию необходимого окультуривания почвы лесных питомников согласно программе «Окультуривание и повышение плодородия почв лесных питомников», одобренной научно-тех-

ническим советом Федеральной службы лесного хозяйства России (Москва, 1993 г.). В опыте исследовались влияние на морфологическое строение 3-летних сеянцев ели раундапа в дозе 3 л/га и состояние сеянцев при посеве на очищенной от пестицидов почве и сравнивались с состоянием сеянцев сосны в подобных условиях, отраженных предыдущими экспериментами, и делалось заключение о реакции ели на пестицидное загрязнение почвы раундапом.

Посев семян, обработка почвы и уход за посевами осуществлялись теми же способами, которые обычно используются в лесных питомниках [5]. Полив в связи с дождливой погодой не проводился.

Тестирование выполнялось в лаборатории в трех повторностях. Реакция на раундап ели сравнивалась с реакцией сосны



**Группа 1**

**Группа 2**

**Группа 3**

**Группа 4**

Распределение 3-летних сеянцев ели по морфологическим группам

и редиса. Последний, по сообщению Г.А. Жарикова [6], принят в нашей стране в качестве классического индикатора загрязнения. Работа проводилась по методу К.И. Мочалкиной с соавторами [7] исходя из положения, что чувствительность проростков в основном совпадает с чувствительностью взрослых растений.

### Результаты и их обсуждение

Оценка состояния морфологии 3-летних сеянцев ели четвертой группы свидетельствует о том, что при загрязнении почвы раундапом у более 30 % сеянцев наблюдается ее значительное изменение. Состояние морфологического строения у сеянцев остальных групп считается вполне соответствующим морфологии, свойственной природе ели. При посеве на почве, очищенной от пестицидного загрязнения, количество сеянцев со значительным изменением морфологии сокращается, а количество сеянцев с благоприятной морфологией увеличивается до 80 % (табл. 1), что свидетельствует о большей устойчивости ели к раундапу,

чем у сосны в ранее проводившихся экспериментах.

При загрязнении почвы раундапом количество тератоморфных сеянцев сосны достигало 100 %, а после очистки почвы количество полноценных сеянцев составляло 30–50 % и более при соблюдении рекомендаций по агротехническому уходу за ними. Таким образом, есть полная возможность использовать ранее загрязненную и очищенную от пестицидов почву для выращивания сеянцев более устойчивой к воздействию раундапа древесной породы – ели. Полученные результаты позволяют считать, что использование пестицидов

может быть управляемым процессом, позволяющим ликвидировать результаты негативных побочных явлений и использовать для выращивания сеянцев ранее освоенные территории питомников.

Большая устойчивость ели к раундапу была подтверждена тестированием, которое проводилось в 3-кратной повторности. Реакция на раундап устанавливалась в зависимости от величины корешка проростков ели в сравнении с таковой у сосны и редиса (табл. 2).

Как следует из табл. 2, каждый вид растений отличается своей реакцией на токсичность раундапа.

Таблица 1

Распределение 3-летних сеянцев по морфологическому состоянию

Вариант, повторность загрязнения почвы	Группа, %				
	1	2	3	4	Всего
Загрязнение раундапом, повт. 1	18,6	17,1	30,1	34,2	100,0
То же, повт. 2	20,8	19,0	29,7	30,5	100,0
Очищенная от раундапа, повт. 1	19,8	12,8	34,6	32,8	100,0
То же, повт. 2	20,0	15,4	41,5	23,1	100,0
То же, повт. 3	19,8	15,1	42,7	22,4	100,0

Таблица 2

Воздействие раундапа на зародышевый корешок (см) редиса, сосны и ели в фазе проростка

Доза раундапа, л/га	Июль, 2010 (1-я повторность)			Декабрь, 2010 (2-я повторность)			Май, 2011 (3-я повторность)		
	Редис	Сосна	Ель	Редис	Сосна	Ель	Редис	Сосна	Ель
0,00	6,16	2,34	2,44	6,61	2,16	2,50	6,48	2,23	2,33
0,01	6,34	2,56	2,53	6,99	2,47	2,42	7,06	2,18	2,35
0,05	6,08	2,52	2,75	6,81	2,53	2,49	7,65	2,08	2,68
0,10	4,29	2,62	2,52	5,42	2,23	2,60	6,59	1,99	2,61
0,50	1,60	1,98	2,47	2,01	1,92	2,42	3,25	1,92	2,42
1,00	1,13	1,49	2,27	1,37	1,53	2,14	1,68	1,49	2,41
3,00	1,00	1,05	1,54	1,12	0,99	1,45	1,08	1,13	1,59



Редис реагирует на дозу раундапа 0,5 л/га, сосна – 1 л/га, ель – 3 л/га. Полученные результаты исследований в открытом грунте и в лаборатории при тестировании характеризуют не только биологические особенности растений, но имеют и практическое значение. При проектировании

работ в лесных питомниках загрязненные пестицидами поля для посева сосны могут предназначаться для посевов ели, а не выводятся из оборота.

#### Вывод

Таким образом, применение пестицидов может быть по-

ставлено под контроль с положительным эффектом их использования.

Исследования проводились при финансовой поддержке проекта № 15-15-34-68 Комплексной программы Уральского отделения РАН.

#### Библиографический список

1. Захаренко В.А. Гербициды. М.: Агрохимиздат, 1990. 240 с.
2. Пентелькин С.К. Новые технологии для лесных питомников // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. I всерос. науч.-практ. конф. Красноярск: Изд-во Красноярского ГТУ, 1998. С. 95–96.
3. Влияние гербицидов на сохранность и развитие сеянцев ели европейской в лесных питомниках Южно-таежного Предуралья / А.К. Касимов, Р.А. Соколов, С.Ю. Бердинских, Е.Е. Шабанова // Аграрный вестник Урала. 2012. № 3 (95). С. 37–39.
4. Аномалия сеянцев сосны и ели в лесных питомниках / И.А. Фрейберг, А.М. Бирюкова, М.В. Ермакова, Н.А. Кислицына // Лесн. хоз-во. 1997. № 1. С. 34–35.
5. Новосельцева А.И., Смирнов Н.А. Справочник по лесным питомникам. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 280 с.
6. Жариков Г.А. Создание новой технологии биоремедиации почв, загрязненных фосфорорганическими ядохимикатами с помощью микроорганизмов-деструкторов: отчет о НИР (промежуточ.) / Науч.-исслед. центр токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов. Екатеринбург, 2006. 24 с.
7. Различия в видовой чувствительности проростков к гербицидам / К.И. Мочалкина, Г.С. Спиридонова, Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков // Химия в сельск. хоз-ве. 1979. № 7. С. 42–44.

#### Bibliography

1. Zakharenko V.A. Herbicides. M.: Goskhimizdat, 1990. 240 p.
2. Pentelkin S.K. New technologies for forest nurseries // Fruit growing, seed production, the introduction of woody plants: Mater. I Proc. scientific and practical. Conf., 1998 Krasnoyarsk: Publishing house of Krasnoyarsk State Technical University, 1998, P. 95–96.
3. Influence of herbicides on the preservation and development of spruce seedlings in forest nurseries of the South Urals taiga / A.K. Kasimov, R.A. Sokolov, S.Y. Berdinskikh, E.E. Shabanov // Agrarian Herald Urals. 2012. № 3 (95). P. 37–39.
4. The anomaly of seedlings of pine and spruce forest nurseries / I.A. Freiberg, A.M. Biryukova, M.V. Ermakova, N.A. Kislitsyna // Lesprominform magazine. 1997. № 1. P. 34–35.
5. Novoseltseva A.I., Smirnov N.A. Guide to forest nurseries. M.: Forest. prom-st, 1983. 280 pp.
6. Zharikov G.A. Creating new technology for bioremediation of soils contaminated by organophosphate pesticides using microorganisms-destructors. Research report (interim). / Research Centre for Toxicology and Hygienic Regulation of Biopreparations. 2006. 24 pp.
7. The differences in species sensitivity seedlings to herbicides / K.I. Mochalkina, G.S. Spiridonova, Y.Y. Spiridonov, V.G. Shestakov // Chemistry in agriculture. 1979. № 7. P. 42–44.